

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re continuation patent) MAIL STOP PCT
application of:)
)
Heribert Bucher et al.)
)
In continuation of International)
Application No. PCT/EP02/09183)
)
Filed August 16, 2002)
)
METHOD AND DEVICE FOR)
DETERMINING THE POSITION OF)
ROTATION-DRIVEN TOOLS) February 19, 2004

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants enclose herewith a certified copy of the priority document, which
is German Patent Application No. 10140822.6, filed August 20, 2001.

Respectfully submitted,

By: Clifford W. Browning
Clifford W. Browning
Registration No. 32,201
Woodard, Emhardt et al. LLP
Bank One Center/Tower
111 Monument Circle, Suite 3700
Indianapolis, Indiana 46204-5137
(317) 634-3456

"Express Mail" label number EV394106213US

Date of Deposit February 19, 2004

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR §1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Sheel & Hutchings

Signature of person mailing paper or fee



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 40 822.6

Anmeldetag: 20. August 2001

Anmelder/Inhaber: Blum-Novotest GmbH, 88287 Grünkraut/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Positionsbestimmung
von drehantreibbaren Werkzeugen

IPC: B 23 Q 17/24

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 29. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR POSITIONSBESTIMMUNG VON DREHANTREIBBAREN WERKZEUGEN

Die vorliegende Erfindung betrifft die Vermessung von dreh-
5 antreibbaren Werkzeugen und insbesondere die Bestimmung der
Position eines drehantreibbaren Werkzeuges in einer Werkzeug-
maschine.

Zur Bestimmung der Position eines rotierenden Werkzeuges in
10 Werkzeugmaschinen zur spanabhebenden Bearbeitung ist es be-
kannt, Lichtschranken und insbesondere Laserlichtschranken, zu
verwenden. Dabei wird das zu vermessende Werkzeug in Richtung
zu dem Messstrahl hin bewegt, wobei der Moment, in dem das
Werkzeug den Messstrahl unterbricht, zur Berechnung der Posi-
15 tion des Werkzeuges in der Werkzeugmaschine verwendet wird.
Bei der Unterbrechung des Messstrahls wird von der Licht-
schranke ein Signal ausgegeben, das einer Steuerung der Werk-
zeugmaschine den Moment der Strahlunterbrechung angibt. Zu dem
Moment der Strahlunterbrechung werden von der Steuerung der
20 Werkzeugmaschine deren aktuelle Achsenpositionen erfasst und
unter Verwendung einer dem betreffenden Werkzeug zugeordneten
Kalibrierung zur Bestimmung der aktuellen Position des Werk-
zeuges verwendet.

25 Ein Nachteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass zwi-
schen Unterbrechungen des Messstrahls aufgrund des Werkzeuges
und Strahlunterbrechungen aufgrund von im Bereich des Werkzeu-
ges vorhandenen Partikeln (z. B. Kühlmitteltropfen, Flugspäne,
Schmierstoffspritzer usw.) nicht unterschieden werden kann.
30 Dies kann zu ungenauen oder fehlerhaften Messungen mit nicht

mehr tolerierbaren Unsicherheiten bis hin zum Abbruch des Messvorganges und einem Stillstand der Maschine führen.

5 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lösung bereitzustellen, die Störeinflüsse von (luftverunreinigenden) im Bereich eines zu vermessenden drehantreibbaren Werkzeuges befindlichen Partikeln bei der Bestimmung der Position des Werkzeuges in einer Werkzeugmaschine zu vermeiden.

10 Zur Lösung dieser Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung bereit, bei denen der Moment der Trennung von einem zu vermessenden Werkzeug und einem Messstrahl zur Positionsbestimmung des Werkzeuges verwendet wird.

15 Die vorliegende Erfindung dient zur Positionsbestimmung von drehantreibbaren Werkzeugen in Werkzeugmaschinen zur abspannenden Bearbeitung (z. B. Drehen, Hobeln, Fräsen, Bohren, Senken, Reiben, Schleifen, Erodieren und dergleichen).

20 Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Positionsbestimmung eines drehantreibbaren Werkzeuges wird dieses so in einem Messstrahl positioniert, dass dessen Strahlengang unterbrochen wird. Im Folgenden wird unter der Unterbrechung des Messstrahles durch das Werkzeug ein Zustand verstanden, in dem das Werkzeug den Messstrahl wenigstens teilweise abschattet. Hierfür kann z.B. definiert werden, dass eine Unterbrechung des Messstrahles vorliegt, wenn der Messstrahl vollständig von dem Werkzeug blockiert wird oder eine Lichtenergiemenge durchgelassen wird, die einen vorbestimmten Grenzwert unterschreitet.
25
30 Ein solcher Grenzwert kann z.B. in Abhängigkeit der Lichtener-

giemenge definiert werden, die mindestens erforderlich ist, um mittels eines für den Messstrahl verwendeten Empfängers ein Signal ausgeben, das den Empfang des Messstrahles angibt. Beispielsweise kann eine Unterbrechung gegeben sein, wenn eine
5 Teilabschattung des Messstrahles durch das Werkzeug zu einer durchgelassenen Lichtenergiemenge von 50% der ausgesendeten Lichtenergiemenge führt.

Zur Festlegung dieser Ausgangsposition können die bekannten,
10 ungefähren Maße des zu vermessenden Werkzeuges verwendet werden. Diese Positionierung kann auch dadurch erreicht werden, dass das Werkzeug durch Aktivierung einzelner oder mehrerer Achsen der Werkzeugmaschine in Art einer Suchbewegung so lange bewegt wird, bis sich das Werkzeug in dem Messstrahl befindet.
15 Dabei oder danach wird das Werkzeug gedreht.

Außerdem wird eine Bewegungsrichtung für die Positionsbestimmung gewählt. Dies kann beispielsweise die Achsrichtung eines zu vermessenden Bohrers sein, oder die Richtung eines Radius,
20 wenn ein Fräser zu vermessen ist.

Danach wird das Werkzeug relativ zu dem Messstrahl mit einer gewählten, möglichst konstanten Geschwindigkeit in Richtung von diesem weg bewegt, d.h. es wird eine Bewegung des Werkzeuges in der gewählten Bewegungsrichtung durchgeführt. Dabei
25 wird das Werkzeug zu einer im folgenden als Messposition bezeichneten Position bewegt, in der der Strahlengang des Messstrahls von dem Werkzeug nicht mehr unterbrochen wird, d.h. das Werkzeug von dem Messstrahl getrennt wird. Der Moment der
30 Trennung wird erreicht, wenn die Unterbrechung des Messstrahles durch das Werkzeug zur einer (teilweisen) Abschattung

führt, bei der die durchgelassene Lichtenergiemenge für eine Auslösung eines Signals des Empfängers ausreicht. Diese Lichtenergiemenge kann wie bei der obigen Positionierung des Werkzeuges in dem Messstrahl definiert werden oder sich davon unterscheiden.

Die Messposition wird, beispielsweise unter Verwendung von durch eine Steuerung einer Werkzeugmaschine ermittelten Achsenpositionen erfasst und zum Ermitteln einer Position für das Werkzeug verwendet. Die Messposition, d.h. der Moment der Trennung, wird erfasst, wenn der Messstrahl für wenigstens eine Umdrehung des Werkzeuges nicht unterbrochen wird.

Um die Werkzeugposition aus der Messposition zu ermitteln, werden die Position des Messstrahls relativ zu der Werkzeugmaschine und dem Werkzeug, Größen einer (zuvor durchgeführte) Kalibrierung für die Werkzeugmaschine und den Messstrahl herangezogen.

Vorzugsweise wird das Werkzeug anfänglich so in dem Messstrahl positioniert, dass dessen Strahlengang dauerhaft, periodisch, zu vorbestimmten Zeitpunkten oder in vorbestimmten Zeitintervallen unterbrochen wird.

Vorzugsweise wird das Werkzeug mit einer Drehzahl gedreht, die im Verhältnis zu der Bewegungsgeschwindigkeit relativ hoch ist, um die Messabweichung bei der Erfassung des Momentes der Trennung von Werkzeug und Messstrahl aufgrund der Werkzeugum-drehung zu minimieren. Hierbei ist es möglich, die Messabweichung in Abhängigkeit der Messgeschwindigkeit für den Messstrahl und der Verzögerungszeit zu korrigieren, die sich aus

der Drehzahl und der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeuges ergibt.

Des weiteren kann aus der ermittelten Position des Werkzeuges
5 dessen Geometrie berechnet werden.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben, die zeigen:

10

Fig. 1 schematische Darstellungen einer Messanordnung zur Positionsbestimmung eines drehantreibbaren Werkzeuges mit einem Messstrahl, und

15 Fig. 2 bis 5 schematische Darstellungen der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Wie in Fig. 1 skizziert, wird mittels einer Messeinrichtung mit einem Sender 10 und einem Empfänger 12 die Position eines
20 insgesamt mit 14 bezeichneten drehantreibbaren Werkzeuges und insbesondere dessen zur Bearbeitung zu verwendenden Bereiches 16 in einer Werkzeugmaschine (nicht dargestellt) ermittelt. Zur Messeinrichtung gehört eine Lichtschranke mit einem Messstrahl 18, der ein Lichtstrahl mit gebündeltem Strahlengang
25 oder ein Laserstrahl ist.

Der Bereich 16 des Werkzeuges 14 wird gemäß Fig. 2 in Richtung des dort dargestellten Pfeils zu dem Messstrahl 18 bewegt, bis dieser gemäß Fig. 3 durch den Bereich 16 unterbrochen wird.
30 Dementsprechend wird von dem Empfänger 12 ein Signal ausgegeben, das die Unterbrechung des Messstrahls 18 angibt.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt wird das Werkzeug 14 gedreht und von dem Messstrahl 18 weg bewegt, z.B. mit einer vorgegebenen, konstanten, möglichst hohen Drehzahl und/oder einer vorgegebenen, konstanten, möglichst niedrigen Geschwindigkeit. Diese für die Positionsbestimmung gewählte Bewegung kann, wie in Fig. 4 dargestellt, der Bewegungsrichtung gemäß Fig. 2 entgegengesetzt, d. h. in Richtung des in Fig. 4 gezeigten Pfeils, erfolgen oder in entgegengesetzter Richtung durchgeführt werden. Hierbei wird das Werkzeug 14 so von dem Messstrahl 18 weg bewegt, dass sich der Messstrahl 18 relativ gesehen zu einem Bereich des Bearbeitungsbereiches 16 bewegt, der für eine Bestimmung der Position des Werkzeuges 14 geeignet ist.

Wenn, wie in Fig. 5 dargestellt, das Werkzeug 14 von dem Messstrahl 18 getrennt wird, i.e. der Zeitpunkt im wesentlichen unmittelbar nach Beendigung der Unterbrechung des Messstrahles 18 durch den Bearbeitungsbereich 16, erzeugt der Empfänger 12 ein entsprechendes Signal, auf das hin die Achsenpositionen der Werkzeugmaschine erfasst werden. Insbesondere wird der Moment der Trennung des Werkzeuges 14 und des Messstrahles 18 als der Moment definiert, an dem der Messstrahl 18 das erste mal für eine vollständige Umdrehung des Werkzeuges 14 nicht mehr unterbrochen ist.

Dementsprechend ist der Zeitpunkt, an dem die Achsenpositionen der Werkzeugmaschine erfasst werden, um eine Zeitdauer verzögert, die von der Dauer einer vollständigen Umdrehung eines Werkzeuges 14 und der Bewegungsgeschwindigkeit abhängt. Um diesen Einfluss auf die Genauigkeit der Positionsbestimmung

für das Werkzeug 14 zu kompensieren, wird aus der Drehzahl und der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeuges 14 ein Korrekturfaktor berechnet. Ferner können die durch die einzelnen Komponenten der Messeinrichtung verursachten, die beim Verarbeiten von Signalen der Messeinrichtung entstehenden und beim Bestimmen der Achsenpositionen auftretenden Verzögerungszeiten bei der Korrektur berücksichtigt werden. Um den Einfluss der Werkzeugrotation und -bewegung auf das Messergebnis zu minimieren, ist eine im Vergleich zu der Bewegungsgeschwindigkeit hohe Drehzahl vorteilhaft.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Positionsbestimmung eines drehantreibbaren Werkzeuges, mit folgenden Schritten:

- 5 - Positionieren eines drehantreibbaren Werkzeuges (14) in dem Strahlengang eines Messstrahles (18),
 - Drehen des Werkzeuges (14),
 - Wählen einer Bewegungsrichtung,
 - Bewegen des Werkzeuges (14) in der gewählten Richtung, von
10 dem Messstrahl (18) weg, zu einer Messposition, bei der das Werkzeug (14) von dem Messstrahl (18) getrennt wird,
 - Erfassen der Messposition für eine Position des Werkzeuges (14), bei der der Messstrahl (18) bei wenigstens einer Umdrehung des Werkzeuges (14) nicht unterbrochen wird, und
15 - Ermitteln der Position des Werkzeuges (14) aus der Messposition.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem
das Werkzeug (14) so in dem Strahlengang des Messstrahles (18)
20 positioniert wird, dass der Messstrahl (18) unterbrochen wird.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem
das Werkzeug (14) in dem Strahlengang des Messstrahles (18) so
positioniert wird, dass der Messstrahl (18) vom sich drehenden
25 Werkzeug (14) periodisch unterbrochen wird.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem
das Werkzeug (14) mit einer vorbestimmten Drehzahl gedreht
wird.

30
5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem

mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit bewegt wird.

6. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Werkzeugposition in Abhängigkeit der Drehzahl und der Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeuges (14) ermittelt wird.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Bewegen des Werkzeuges (14) von dem Messstrahl (18) weg beim Erreichen der Messposition beendet wird.

10

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem aus der Messposition die Geometrie des Werkzeuges (14) ermittelt wird.

15 9. Vorrichtung zur Geometrie- und Positionsbestimmung eines drehantreibbaren Werkzeuges, mit:

- einer Steuerung, und
- einer optischen Messeinrichtung (10, 12),
dadurch gekennzeichnet, dass

20 - die Steuerung zum Ausführen des Verfahrens gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgelegt und programmiert ist.

10. Vorrichtung gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Messeinrichtung (10, 12) einen Sender (10) zum Aussenden eines Messstrahles (18) und einen Empfänger (12) zum selektiven Empfangen des Messstrahles (18) aufweist.

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR POSITIONSBESTIMMUNG VON DREHANTREIBBAREN WERKZEUGEN

5 ZUSAMMENFASSUNG

Zur Positionsbestimmung von drehantreibbaren Werkzeugen in Werkzeugmaschinen wird der Moment der Trennung des zu vermessenden Werkzeuges und eines Messstrahles, beispielsweise eines
10 Laserstrahls einer Lichtschranke, verwendet wird. Das zu vermessende Werkzeug wird zuerst so positioniert, dass der Messstrahl unterbrochen wird, und danach bis zu einer Messposition bewegt, bei der der Moment der Trennung des Werkzeuges und des
15 Messstrahles auftritt, und der Messstrahl von dem Werkzeug während wenigstens einer vollständigen Umdrehung nicht mehr unterbrochen wird. Der Moment der Trennung wird zur Ermittlung der Position des Werkzeuges verwendet.

20

725872

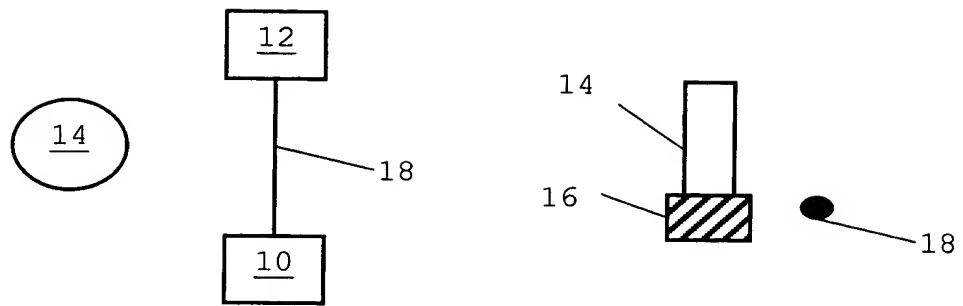


Fig. 1

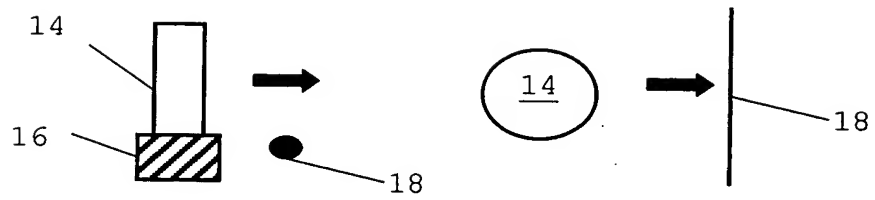


Fig. 2

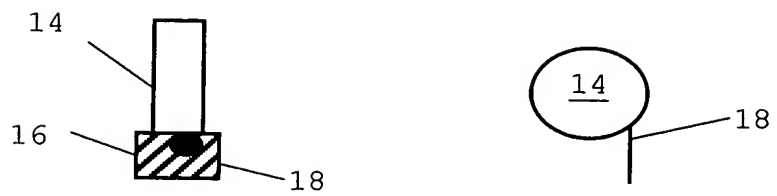


Fig. 3

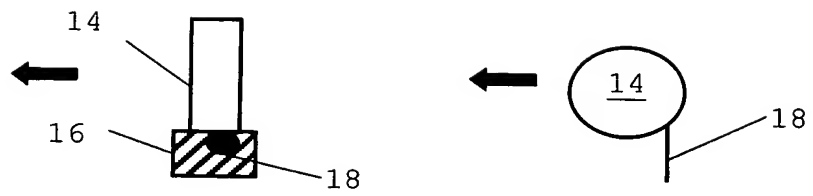


Fig. 4

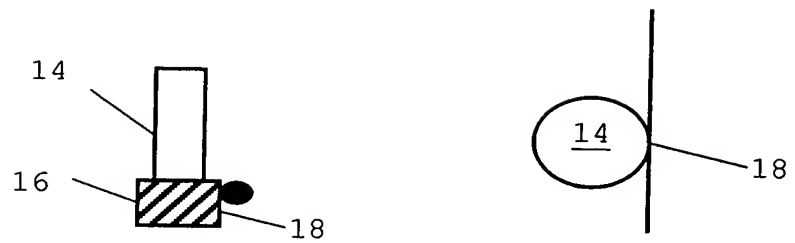


Fig. 5